

DERWENT- 1985-166234  
ACC-NO:

DERWENT- 198528  
WEEK:

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Nickel-based superalloy contg. oxygen-active elements -  
subjected to high temp. oxidn. to give adherent,  
protective coating

INVENTOR: BOURDEAU, R G

PATENT-ASSIGNEE: BOURDEAU, R G UNITED TECHNOLOGIES CORP[UNAC]

PRIORITY-DATA: 1983US-0565492 (December 27, 1983)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 3446180 A	July 4, 1985	N/A	017	N/A N/A N/A N/A N/A
FR 2557150 A	June 28, 1985	N/A	000	
GB 2152082 A	July 31, 1985	N/A	000	
IT 1178798 B	September 16, 1987	N/A	000	
JP 60159163 A	August 20, 1985	N/A	000	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
DE 3446180A	N/A	1984DE-3446180	December 18, 1984
FR 2557150A	N/A	1984FR-0019769	December 24, 1984
GB 2152082A	N/A	1984GB-0031271	December 12, 1984
JP60159163A	N/A	1984JP-0281949	December 26, 1984

INT-CL C21D009/00, C22C001/00 , C22C019/03 , C23C008/10 ,  
(IPC) : C23F015/00

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3446180A

BASIC-ABSTRACT:

Super alloy component contg. at least 3% Al, at least 5%Cr, 0.01-0.9% of at least 1 from Y,Hf,La,Ce,Sc,Mg,Mn or mischmetal is subjected to a pre-oxidisation in a clean oxidising atmosphere at 649-1093 deg.C for 4-40 hours in order to build-up a surface protective layer based on aluminium oxide.

Pref. 2 elements from Y,Hf,La,Ce,Sc,Mg,Mn, or mischmetal are included in the alloy, esp. 0.01-0.5% Hf and Y. The individual amounts are 0.3-0.8 Hf and 0.01-0.09Y.

ADVANTAGE - The presence of oxygen-active elements stabilise the complete surface layer and prevent peeling-off of the coating during working conditions.

CHOSEN- Dwg.0/4

DRAWING:

TITLE- NICKEL BASED SUPERALLOY CONTAIN OXYGEN ACTIVE ELEMENT

TERMS: SUBJECT HIGH TEMPERATURE OXIDATION ADHERE PROTECT COATING

DERWENT-CLASS: M14 M26

CPI-CODES: M14-D01; M26-B08; M26-B08A; M26-B08C; M26-B08X;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1985-072676

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND

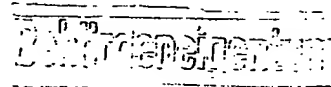


DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3446180 A1

⑤1 Int. Cl. 4:  
C22C 1/00  
C 21 D 9/00

②1 Aktenzeichen: P 34 46 180.9  
②2 Anmeldetag: 18. 12. 84  
④3 Offenlegungstag: 4. 7. 85



DE 3446180 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
27.12.83 US 565 492

⑦1 Anmelder:  
United Technologies Corp., Hartford, Conn., US

⑦4 Vertreter:  
Andrae, S., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8000 München;  
Flach, D., Dipl.-Phys., 8200 Rosenheim; Haug, D.,  
Dipl.-Ing.; Kneiβl, R., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.,  
Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Bourdeau, Romeo G., Tequesta, Fla., US

⑤4 Verfahren zur Herstellung eines Superlegierungs-Gegenstands mit verbesserter Oxidationsbeständigkeit

Verfahren zur Verbesserung der Oxidations- und Warmkorrosions-Beständigkeit von Superlegierungs-Gegenständen des Typs, der sauerstoff-aktive Elemente enthält. Gegenstände aus derartigen Legierungen werden nach Reinigung ihrer Oberflächen in einer sauberen gesteuerten oxidierenden Umgebung bei erhöhter Temperatur voroxidiert. Diese Behandlung stellt sicher, daß der gebildete Oxidfilm dicht, haftend, schützend ist und im wesentlichen aus Aluminiumoxid besteht.

DE 3446180 A1

Dipl.-Chem. Dr. Stefan ANDRAE  
Dipl.-Phys. Dieter FLACH  
Dipl.-Ing. Dietmar HAUG  
Dipl.-Chem. Dr. Richard KNEISSL  
PATENTANWÄLTE  
Steinstr. 44, D-8000 München 80

18. DEZ. 1984

Anm: United Technologies Corporation  
Hartford, Ct. 06101, V.St.A.

Az.: 293 AS/sc

---

Verfahren zur Herstellung eines Superlegierungs-Gegenstands  
mit verbesserter Oxidationsbeständigkeit

---

#### Patentansprüche

- 1        1.        Verfahren zur Herstellung eines Gegenstands mit  
verbesserter Oxidationsbeständigkeit, der aus einer Super-  
legierung besteht, die wenigstens etwa 3% Aluminium, we-  
nigstens etwa 5% Chrom und von etwa 0,01 bis etwa 0,9%  
5        wenigstens eines der Elemente aus der Gruppe Y, Hf, La,  
Ce, Sc, Mg, Mn sowie Mischmetall enthält, wobei dieser Ge-  
genstand eine saubere oxidfreie Oberfläche aufweist,  
dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß es umfaßt  
Aussetzen des Gegenstandes einer sauberen oxidie-  
10        renden Umgebung bei einer Temperatur von von etwa 649°C  
bis etwa 1093°C für einen Zeitraum von etwa 4 bis etwa  
40 Stunden, um eine Oberflächenschutzschicht auf Aluminium-  
oxid-Basis von hoher Vollkommenheit zu erzeugen.
- 15        2.        Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Legierung wenigstens zwei Elemente enthält, die

1 aus der Gruppe ausgewählt sind, die aus Y, Hf, La, Ce,  
Sc, Mg, Mn und Mischmetall besteht.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
5 daß Hf und Y in der Legierung in einer Gesamtmenge von  
etwa 0,01 bis etwa 0,5% vorliegen.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
daß Hafnium in einer Menge von etwa 0,3 bis etwa 0,8%  
10 und Y in einer Menge von etwa 0,01 bis etwa 0,09% vor-  
liegen.

5. Gegenstand mit verbesserter Oxidationsbeständigkeit,  
dadurch gekennzeichnet, daß er nach dem Verfahren nach ei-  
15 nem der Ansprüche 1 bis 4 hergestellt wurde.

20

25

30

35

1

Verfahren zur Herstellung eines Superlegierungs-Gegenstands  
mit verbesserter Oxidationsbeständigkeit

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft die Verbesserung der Beständigkeit von Superlegierungs-Materialien gegen einen Angriff von Umgebungseinflüssen, insbesondere gegen eine Hochtemperaturoxidation und Warmkorrosion.
- 10 Superlegierungen oder hochwarmfeste Legierungen auf Nickelbasis werden in Anwendungen, bei denen die Festigkeit bei hohen Temperaturen wichtig ist, in weitem Umfange verwendet. Bei den meisten derartigen Anwendungen sind gleichzeitig die Erfordernisse zu erfüllen, daß die Materialien
- 15 oxidationsbeständig sowie beständig gegen eine Warmkorrosion sein müssen. Superlegierungen auf Nickelbasis bestehen aus einer  $\gamma$ -Matrix (Nickel-Feststofflösung), die eine Verstärkungsphase  $\gamma'$  ( $\text{Ni}_3\text{Al}$ -Basis) enthält. Zusätzlich zu seiner Beteiligung bei der Bildung der Verstärkungs- $\gamma'$ -
- 20 Phase trägt das Aluminium (das typischerweise in Mengen von 3-7% vorliegt) in Superlegierungen auf Nickelbasis wesentlich zu deren Beständigkeit gegen Oxidation und Korrosion bei, indem es auf der Außenoberfläche von Gegenständen aus einer Superlegierung eine Schicht auf Aluminiumoxidbasis ausbildet, wenn diese oxidierenden Bedingungen ausgesetzt werden. Es ist dabei erforderlich, daß
- 25 eine gewisse Menge Chrom vorhanden ist, damit sich zuverlässig eine echte Aluminiumoxidschicht mit den Aluminiummengen bildet, die üblicherweise in Superlegierungen verwendet werden. Es scheint, daß Chromgehalte von mehr als
- 30 etwa 5% nötig sind.

Wenn sie einmal gebildet ist, schützt die Aluminiumoxidschicht die darunterliegende Superlegierung gegen

35 Oxidationskorrosion, indem sie die Diffusion von Sauerstoff in das Substrat verhindert und die Diffusion der

1 Substratmaterialien zur Außenoberfläche verhindert, wo  
sie mit der reaktiven Umgebung in Kontakt kommen würden.  
Eine Eigenschaft von Oberflächenschichten, die sich durch  
eine Reaktion mit der Umgebung ausbilden, besteht darin,  
5 daß sie üblicherweise einem parabelförmigen Wachstums-  
muster folgen; die Anfangsgeschwindigkeit der Bildung des  
Films auf der blanken Oberfläche ist recht hoch, wobei die  
Geschwindigkeit jedoch parabelförmig absinkt, wenn die  
Dicke der Schicht zunimmt und die Reaktion des Substrats  
10 mit der Umgebung dadurch vermindert wird (die Wachstums-  
geschwindigkeit ist der Oxiddicke umgekehrt proportional).

Es scheint zwei Hauptmechanismen zu geben, die die Schutz-  
eigenschaften von Aluminiumoxidschichten während des Be-  
15 triebs unwirksam machen. Wenn die Aluminiumschicht Ver-  
unreinigungen enthält, sind die Perfektion und die Dichte  
des Oberflächenfilms vermindert, und die Diffusionsge-  
schwindigkeit des Sauerstoffs in das Substrat und der  
Substratmaterialien zu der Oberfläche nimmt zu. Der zweite  
20 Versagensmechanismus besteht im Abblättern der Aluminium-  
oxid-Oberflächenschicht. Das Abblättern wird üblicherweise  
durch die thermische Ausdehnung des Gegenstands bewirkt.  
Da das Metallsubstrat einen höheren thermischen Ausdeh-  
nungskoeffizienten als die Aluminiumoxidschicht aufweist,  
25 wird die Oberflächenschicht unter Spannung gesetzt, wenn  
der oxidierte Gegenstand auf eine Temperatur erhitzt  
wird, die über der Temperatur liegt, unter der sich der  
Oxidfilm gebildet hatte (beim Abkühlen kommt es selbst-  
verständlich zum umgekehrten Effekt).

30

Zur Lösung des Problems einer Verbesserung des Verhaltens  
der Oberflächenschicht wurde bisher versucht, die Substrat-  
zusammensetzung zu modifizieren, um die Tendenz zur Aus-  
bildung von anderen Oxiden als Aluminiumoxid zu senken.  
35 Der Tendenz zum Abblättern wurde dadurch entgegengewirkt,  
daß man bestimmte sogenannte sauerstoff-aktive Elemente

1 in das darunterliegende Substrat einarbeitete.

In Verbindung mit der Entwicklung bestimmter Schutzüberzüge wurde festgestellt, daß die Überzüge aus sauerstoffaktiven Elementen, wie beispielsweise Yttrium, Lanthan, Scandium, Hafnium, Silicium, Magnesium u.dgl. das Abblättern der Aluminiumoxidschicht beträchtlich verminderten. Diese Überzüge sind in den US-PSen 3 542 530, 3 676 085, 3 754 903 und 3 928 026 diskutiert. US-PS 3 754 902 beschreibt eine Legierung für Konstruktionsteile, die zur Verbesserung des Oxidationsverhaltens Y enthält.

Eine am gleichen Tag in den USA eingereichte parallele Anmeldung mit dem Titel "Gesteigerte Oxidationsbeständigkeit von Gegenständen aus einer Superlegierung durch Zugaben von Yttrium und Hafnium" beschreibt einen synergistischen Effekt, der bei Superlegierungs-Substraten beobachtet wird, wenn spezifische Kombinationen von Yttrium und Hafnium anwesend sind.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Verbesserung der Oxidationsbeständigkeit von Superlegierungen anzugeben, das die Herstellung von Gegenständen aus bestimmten Superlegierungen mit verbesserter Oxidationsbeständigkeit ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Zusammensetzungen der in das Verfahren eingesetzten Legierung sind in den Unteransprüchen 2 bis 4 beschrieben.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner auch einen nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Superlegierungs-Gegenstand mit verbesserter Oxidationsbeständigkeit.



- 1 Gemäß der vorliegenden Erfindung wird die Beständigkeit  
von Superlegierungs-Substraten des Typs, die Aluminium-  
oxid-Oberflächenschutzschichten ausbilden und die sauer-  
stoff-aktive Elemente enthalten, wesentlich dadurch ver-  
5 bessert, daß man die Oberfläche der Superlegierung in  
einer gesteuerten sauberen oxidierenden Umgebung voroxi-  
diert, bevor man die Materialien ihrer Gebrauchsumgebung  
aussetzt. Es wird angenommen, daß diese Voroxidationsbe-  
handlung die Bildung einer außerordentlich vollkommenen  
10 und dadurch besser schützenden Aluminiumoxid-Oberflächen-  
schicht gewährleistet und daß die Anwesenheit der sauer-  
stoff-aktiven Elemente danach dazu dient, diese vollkom-  
mene Oberflächenschicht zu stabilisieren und ein Abblät-  
tern unter Betriebsbedingungen zu verhindern.
- 15 Die gemäß der vorliegenden Erfindung erreichbaren Ergeb-  
nisse werden unter Bezugnahme auf Testergebnisse mit einer  
Reihe von Legierungen diskutiert, deren Zusammensetzungen  
in Tabelle I angegeben sind. In Tabelle I sind die Le-  
20 gierungen, die als Legierung A und Legierung B bezeichnet  
werden, handelsübliche Superlegierungen des Standes der  
Technik, die von der vorliegenden Erfindung nicht umfaßt  
werden, da sie keine sauerstoff-aktiven Elemente in den  
für die vorliegende Erfindung erforderlichen Bereichen  
25 enthalten. Diese Legierungen bilden jedoch ebenfalls Alu-  
miniumoxid-Schutzschichten aus, da sie Aluminium und Chrom  
in den erforderlichen Mengen enthalten. Die anderen Le-  
gierungen in Tabelle I sind repräsentative Beispiele für  
solche Legierungen, auf die die vorliegende Erfindung an-  
30 gewandt werden kann; diese Legierungen weisen eine große  
Variabilität im Hinblick auf ihre Grundzusammensetzungen  
auf, wobei alle Legierungen geringe Mengen von sowohl  
Yttrium als auch Hafnium enthalten.
- 35 Proben dieser Legierungen wurden in einem Warmkorrosions-  
Test bei 899°C untersucht, wobei eine Anordnung mit einem

- 1 Brenner mit Luftführung verwendet wurde, der kontrollier-  
te Mengen Schwefeldioxid zugesetzt wurden, um die Ober-  
flächenumgebung zu simulieren. Die Proben wurden auf ihr  
Versagen untersucht, und zwar sowohl in frisch geschnitte-  
5 nem Zustand und nach der Voroxidationsbehandlung für  
24 Stunden bei 1038°C an der Luft.

10

15

20

25

30

35

TABELLE I

<u>Legierung</u>	<u>Ni</u>	<u>Cr</u>	<u>Al</u>	<u>W</u>	<u>Ta</u>	<u>Nb</u>	<u>Mo</u>	<u>Re</u>	<u>Ti</u>	<u>Co</u>	<u>Y</u>	<u>Hf</u>	<u>Sonstige*</u>
2-88	Rest	12.0	7.0	9.0	1.5	--	1.0	--	--	--	0.051	0.17	--
2-108	"	11.9	6.9	8.0	--	1.6	--	--	--	--	0.027	0.17	--
2-153	"	8.6	7.0	8.0	3	--	1.0	--	--	--	0.038	0.18	--
2-155	"	12.0	7.0	7.0	3	--	2.0	--	--	--	0.036	0.18	--
2-204	"	12.0	6.5	5.0	3	--	--	3	--	--	0.043	0.16	--
2-205	"	12.0	6.5	4	5	--	--	3	--	--	0.045	0.19	--
2-203	"	3.0	6.8	6	3	--	4.0	3	--	--	0.04	0.18	--
597	"	8.9	6.7	9.4	3.1	--	1.0	--	--	--	~0.1	~0.2	--
Legierg. A	"	9.0	5.0	12.5	--	1.0	--	--	2.0	10.0	--	--	C,B,Zr
Legierg. B	"	10.0	5.0	4.0	12.0	--	--	--	1.5	5.0	--	--	--

\* Begleitelemente

alle Angaben in Gew.-%

3440180

TABELLE II

ERGEBNISSE DER BRENNER-WARMKORROSIONS-TESTS

<u>Legierung</u>	<u>Serie 1 wie erzeugt</u>	<u>Serie 2 voroxidiert*</u>
2-88	--	216
2-108	120	216
2-153	--	800 Stop Test
2-155	192	800 Stop Test
2-204	--	800 Stop Test
2-205	--	800 Stop Test
597	180	288
2-203	--	216
Legierung A	96	96
Legierung B	96	96

\* 24 h bei 1038 °C voroxidiert

vor dem Testen - Doppeltests

1 Tabelle II zeigt die erhaltenen Ergebnisse, und es ist  
zu erkennen, daß die Voroxidationsstufe wirksam die  
Lebensdauer der erfindungsgemäßen Proben um einen Faktor  
5 von wenigstens zwei oder drei erhöht. Das ist ein über-  
raschendes und unerwartetes Ergebnis und es wird der Aus-  
bildung einer vollkommeneren, dichteren, reineren Alumi-  
niumoxidschicht während der Voroxidationsbehandlung sowie  
der Sicherung dieser Schicht dank der Gegenwart der sauer-  
stoff-aktiven Elemente in dem Material zugeschrieben.

10 Die Ergebnisse der Korrosionsuntersuchungen in einem Zeit-  
raum von 100 h bei 899°C sind in den Fig. 1, 2 und 3 ver-  
anschaulicht. Diese Figuren zeigen Schliffbilder, die bei  
einer 200-fachen Vergrößerung von den Legierungen 108,  
15 der bekannten Legierung A und der bekannten Legierung B  
aufgenommen wurden. Die Zusammensetzung der Legierung 108  
unterscheidet sich kaum von den Zusammensetzungen der be-  
kannten Legierungen A und B, abgesehen natürlich die An-  
wesenheit von Yttrium und Hafnium in den Mengen der vor-  
20 liegenden Erfindung. Wenn man nunmehr die Fig. 1, 2 und 3  
betrachtet, so ist zu erkennen, daß die erfindungsgemäße  
Legierung nach einem ähnlichen Testzeitraum unter identi-  
schen Bedingungen eine Angriffs-Tiefe von etwa nur einem  
Zehntel derjenigen zeigt, die bei der bekannten Legierung  
25 B zu erkennen ist, während die Dicke im Hinblick auf Le-  
gierung A nur ein Dreißigstel beträgt.

Die Schliffbilder zeigen den Grad der Verbesserung, der  
durch die Anwendung der erfindungsgemäßen Voroxidations-  
30 behandlung auf eine spezielle Legierung, die die oben  
genannten Kriterien erfüllt, erreicht wird.

Die gemäß der vorliegenden Erfindung erhaltenen vielver-  
sprechenden Ergebnisse lassen es möglich erscheinen, daß  
35 Superlegierungen im unbeschichteten Zustand für bestimm-  
te Triebwerks-Anwendungen verwendet werden können. Das hat

1 nicht nur wirtschaftliche Auswirkungen, sondern kann auch  
zur Verbesserung anderer Eigenschaften führen. Es sei  
beispielsweise Fig. 4 betrachtet, die das thermomechanische  
Ermüdungsverhalten einer typischen Superlegierung auf  
5 Nickelbasis veranschaulicht, die im Einkristall-Zustand  
getestet wurde (bekannte Legierung B). Die senkrechte  
Achse zeigt prozentuale Verformung, während die Horizon-  
talachse die Zahl von Zyklen zeigt, die erforderlich sind,  
um ein Versagen durch Reißen innerhalb eines bestimmten  
10 Verformungsbereichs zu bewirken. Es ist zu erkennen, daß  
die überlagerte Beschichtung das thermomechanische Ermü-  
dungsverhalten negativ beeinflußt. Beispielsweise ver-  
sagten bei einem Teil, das mit einer echten Verformung  
von  $\pm 0,6\%$  zyklisch getestet wurde, die beschichteten Ge-  
15 genstände bei etwa 5000 Zyklen, während die unbeschichte-  
ten Gegenstände bei etwa 15 000 Zyklen versagten. Somit  
kann bei Anwendungen, bei denen die thermomechanische  
Ermüdung ein limitierender Faktor ist, die Anwendung des  
erfindungsgemäßen Verfahrens zu beträchtlichen Vorteilen  
20 führen.

Eine weitere Anwendung der vorliegenden Erfindung besteht  
in der Eliminierung von Oxidation und Korrosion in den  
internen Luftkühl-Durchgängen. Die meisten Turbinentrieb-  
25 werke verwenden luftgekühlte Turbinenschaufeln, bei denen  
Luft durch Durchgänge in den Schaufeln zirkuliert, um  
die Außentemperatur der Schaufeln innerhalb vernünftiger  
Grenzen zu halten. Da die Oberflächen dieser inneren Kühl-  
durchgänge relativ hohe Temperaturen erreichen können,  
30 ist es bisher übliche Praxis, die internen Durchgänge  
unter Verwendung eines Schutzüberzugs zu beschichten, der  
üblicherweise vom Aluminid-Typ ist. Das Beschichtungsver-  
fahren und die erforderliche destruktive Prüfung der  
überzogenen Proben zur Durchführung der Qualitätskontrol-  
35 le tragen zu den Herstellungskosten der luftgekühlten  
Triebwerksschaufeln beträchtlich bei. Die vorliegende

- 1 Erfindung macht es sehr wahrscheinlich, daß dieser interne Beschichtungsprozeß überflüssig gemacht werden kann.
- 5 Andere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich für den Fachmann aus der Beschreibung und den Ansprüchen sowie aus den Figuren, die eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung illustrieren.

10 Es zeigen:

Fig. 1 ein Schliffbild eines Querschnitts durch die Legierung 108 nach dem Oxidationstest;

15 Fig. 2 ein Schliffbild eines Querschnitts durch die bekannte Legierung A nach dem Oxidationstest;

Fig. 3 ein Schliffbild eines Querschnitts durch die bekannte Legierung B nach dem Oxidationstest; und

Fig. 4 eine graphische Darstellung, die das thermomechanische Ermüdungsverhalten von  
25 gemäß der vorliegenden Erfindung verarbeiteten Legierungen sowie einer bekannten Legierung zeigt.

Die vorliegende Erfindung ist auf Superlegierungen auf  
30 Nickelbasis des Typs anwendbar, bei denen eine Aluminiumoxid-Oberflächenschicht ausgebildet wird. Um eine Aluminiumoxid-Oberflächenschicht auszubilden, müssen in der Legierung wenigstens etwa 3% Aluminium in Kombination mit etwa 5% Chrom vorliegen. Ein weiteres Erfordernis an die  
35 Legierung ist, daß wenigstens ein sauerstoff-aktives Element aus der Gruppe, die aus Yttrium, Hafnium, Lanthan,

1 Cer, Scandium, Magnesium, Mangan und Mischmetall (Legie-  
rung von Seltenerdmetallen) besteht, in einer Menge von  
etwa 0,01 bis etwa 0,9% vorliegt. Vorzugsweise sind we-  
nigstens zwei von diesen Elementen in einer Gesamtmenge  
5 im Bereich von 0,05 bis 0,5% vorhanden. Ganz besonders  
bevorzugt ist es aufgrund der bisher vorliegenden Ergeb-  
nisse, daß die Elemente Yttrium und Hafnium in einer Men-  
ge von 0,01 bis 0,09% bei Yttrium und von 0,3 bis 0,8%  
bei Hafnium vorliegen. Das Verfahren der Erzeugung des  
10 Materials ist ohne Bedeutung, d.h. es kann nach Techniken  
wie dem herkömmlichen polykristallinen Gießen, der Rich-  
tungsverfestigung, als Ein-Kristall oder durch Pulverme-  
tallurgietechniken hergestellt worden sein, solange das  
sauerstoff-aktive Element gleichförmig im Material ver-  
15 teilt ist, insbesondere in Bereichen angrenzend an die  
Oberflächen, wo ein Oxidations- und Korrosions-Schutz er-  
forderlich ist.

Die Legierung sollte gereinigt sein, um alle Oberflächen-  
20 oxide sowie Schmutz, Fett, Öl u.dgl. zu entfernen. Der  
Gegenstand sollte dann in einer sauberen Umgebung bei ei-  
ner Temperatur von von etwa 649°C bis etwa 1093°C für  
einen Zeitraum von etwa 4 bis etwa 40 Stunden wärmebehan-  
delt werden. Eine Oxidation bei niedrigeren Temperatur-  
25 bereichen erfordert längere Zeiten als eine Oxidation bei  
höheren Temperaturen, um eine Oxidschicht einer gleichen  
Dicke zu erzeugen.

Die Oxidation kann an der Luft oder in einer anderen oxi-  
30 dierenden Umgebung erfolgen, beispielsweise in einer Mi-  
schung aus Sauerstoff und irgendeinem anderen Inertgas.  
Wie weiter oben angegeben wurde, haben wir ganz besonders  
gute Ergebnisse erhalten, wenn wir für eine Zeit von  
24 Stunden bei einer Temperatur von 1038°C erhitzt haben,  
35 wobei es jedoch offensichtlich ist, daß andere Zusammen-  
setzungen andere Zeiten und Temperaturen erfordern kön-  
nen, damit optimale Ergebnisse erhalten werden.



- 1 Es ist darauf hinzuweisen, daß die vorliegende Erfindung  
nicht auf die speziellen erläuterten Ausführungsformen  
beschränkt ist, sondern daß zahlreiche Veränderungen und  
Modifikationen möglich sind, ohne daß der Bereich des er-  
5 findungsgemäßen neuen Konzepts verlassen wird, wie es  
durch die Ansprüche definiert wird.

10

15

20

25

30

35

- 15 -  
- Leerseite -

Nummer:

34 46 180

Int. Cl.3:

C 22 C 1/00

Anmeldetag:

18. Dezember 1984

Offenlegungstag:

4. Juli 1985

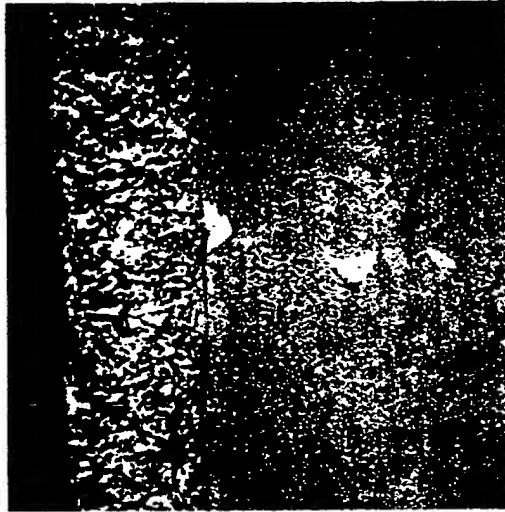
- 17 -

FIG. 3



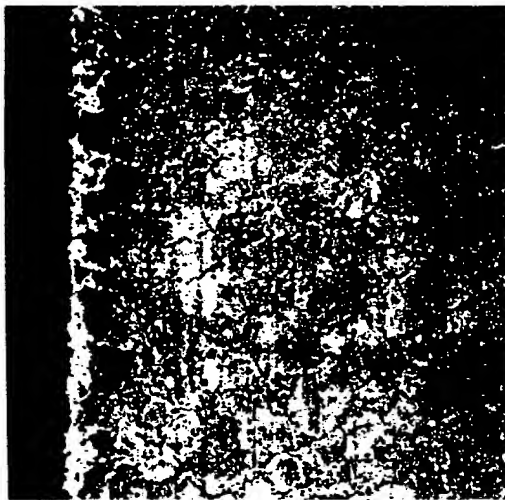
100 μm

FIG. 2



100 μm

FIG. 1



100 μm

